

Express Mail No. EV 326 567 454US

Applicants: Takebshi TOYAMA et al

Title: Aluminum Alloy Fin Material

for Heat Exchangers and
Heat Exchanger Including
the Fin Material

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-182521

[ST.10/C]:

[JP2002-182521]

出 願 人

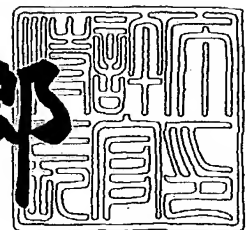
Applicant(s):

株式会社デンソー
住友軽金属工業株式会社

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3035023

【書類名】 特許願

【整理番号】 LMP02032

【提出日】 平成14年 6月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 外山 猛敏

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 平尾 幸司

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 服部 隆

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式
会社内

 【氏名】 久富 裕二

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式
会社内

 【氏名】 伊藤 泰永

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式
会社内

 【氏名】 正路 美房

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【特許出願人】

【識別番号】 000002277

【氏名又は名称】 住友軽金属工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100071663

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 保夫

【電話番号】 03-3251-5075

【選任した代理人】

【識別番号】 100098682

【弁理士】

【氏名又は名称】 赤塚 賢次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 027328

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712824

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材および該フィン材を組付けてなる熱交換器

【特許請求の範囲】

【請求項1】 芯材の両面にAl-Si系合金のろう材をクラッドしてなり、ろう付けにより製造されるアルミニウム合金製熱交換器に組付けられる厚さが80 μ m以下のアルミニウム合金ブレージングフィン材であって、ろう付け前の芯材の組織が繊維組織であり、ろう付け後の芯材の組織の結晶粒径が50～250 μ mであることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材。

【請求項2】 ろう付け後のフィン材において、Siの固溶部分のSi濃度が、フィン材表面で0.8%（質量%、以下同じ）以上、フィン材の厚さの中央部で0.7%以下であることを特徴とする請求項1記載の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材。

【請求項3】 前記芯材は、Mn:0.8～2.0%（質量%、以下同じ）、Fe:0.05～0.8%、Si:1.5%以下(0%を含まず、以下同じ)、Cu:0.2%以下、Zn:0.5～4%を含有し、残部Alおよび不純物からなるアルミニウム合金で構成され、前記ろう材は、Si:6～13%を含有し、残部Alおよび不純物からなるアルミニウム合金で構成され、ろう材が芯材の両面に、それぞれ全体厚さの3～20%の厚さでクラッドされていることを特徴とする請求項1または2記載の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材。

【請求項4】 前記ろう材中のCuが0.1%以下、芯材中のCuが0.03%以下であることを特徴とする請求項3記載の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材。

【請求項5】 前記芯材が、さらに、Zr:0.05～0.3%、Cr:0.05～0.3%の1種または2種を含有することを特徴とする請求項3または4記載の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材。

【請求項6】 前記ろう材が、さらに、Zn:0.5～6%を含有することを特徴とする請求項3～5のいずれかに記載の熱交換器用アルミニウム合金ブレイ

ングフィン材。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載のアルミニウム合金ブレージングフィン材をろう付けにより組付けてなることを特徴とする熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材、詳しくは、ラジエータ、ヒータコア、オイルクーラ、インタークーラ、カーエアコンのコンデンサ、エバポレータ等のように、フィンと作動流体通路の構成材料とをろう付けにより接合するアルミニウム合金製熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材、特に耐粒界腐食性および接合性に優れたアルミニウム合金ブレージングフィン材、および該フィン材を組付けた熱交換器に関する。

【0002】

【従来の技術】

アルミニウム合金製熱交換器は、自動車のラジエータ、ヒータコア、オイルクーラ、インタークーラ、カーエアコンのエバポレータやコンデンサ等の熱交換器として、広く使用されている。アルミニウム合金製熱交換器は、Al-Cu系合金、Al-Mn系合金、Al-Mn-Cu系合金等からなる押出偏平管（作動流体通路材）にアルミニウム合金のフィン材を組合わせ、塩化物系フラックスを使用するフラックスろう付け、フッ化物系フラックスを用いる不活性ガス雰囲気ろう付け、あるいは真真空ろう付けにより組み立てられている。

【0003】

ろう材としては、Al-Si系ろう材が使用され、このろう材は、作動流体通路材側に配置されることもあるが、一般には、フィン材の片面または両面に配置される。アルミニウム合金製熱交換器のフィン材には、作動流体通路材を防食するために犠牲陽極効果が要求されると共に、ろう付け時の高温加熱による変形防止やろうの浸食防止のために耐高温座屈性（耐高温サグ性）が要求される。

【0004】

このような要求を満たすために、従来、アルミニウム合金フィン材としては、

JISA3003、JISA3203等のAl-Mn系合金が用いられており、さらに、Al-Mn系合金にZn、Sn、In等を添加して電気化学的に卑にして犠牲陽極効果を付与することが提案され（特公昭56-12395号公報）、また、Cr、Ti、Zrを添加して耐サグ性を向上させることも提案されている（特公昭57-13787号公報）。

【0005】

近年、自動車の一層の軽量化のために、自動車用熱交換器の軽量化の要求がますます要求され、これに対応して熱交換器の構成部材のフィン材、作動流体通路材（チューブ材）等の薄肉化が進行しているが、ろう材をクラッドしたフィン材を薄肉化した場合、ろう付け接合部に流動してくるろうが少なくなるので、接合部において、ろうの枯渇あるいは溶融過多が生じるという問題がある。

【0006】

アルミニウム合金製熱交換器において、フィン材は、主に、チューブ材を防食するための犠牲陽極材としての作用を重視するために、フィン材自体が腐食する材料構成が考慮されてきた。しかしながら、構成部材の薄肉化、特に厚さが0.08mm以下のブレイジングフィン材を使用する場合には、両面の溶融したろうが板厚方向全域の粒界に浸透して、粒界に卑な成分が生成し、粒界腐食が生じ易くなり、フィン材の粒界腐食が顕著になると熱交換器コアの強度が低下するため、フィン材には、チューブ材を防食ながらフィン材自体にも耐食性を有することが要求されるようになっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、熱交換器用アルミニウム合金フィン材の薄肉化に伴う上記の問題点を解消し且つ上記の改善要求を満足するアルミニウム合金ブレイジングフィン材を得るために、ろう付け接合性、耐食性とくに耐粒界腐食性と合金組成、内部組織等との関連について検討を加えた結果としてなされたものであり、その目的は、チューブ材への接合性および耐粒界腐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングフィン材を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための本発明の請求項 1 による熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材は、芯材の両面に A l - S i 系合金のろう材をクラッドしてなり、ろう付けにより製造されるアルミニウム合金製熱交換器に組付けられる厚さが $80\text{ }\mu\text{m}$ 以下のアルミニウム合金ブレージングフィン材であって、ろう付け前の芯材の組織が繊維組織であり、ろう付け後の芯材の組織の結晶粒径が $50\sim 250\text{ }\mu\text{m}$ であることを特徴とする。

【0009】

請求項 2 による熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材は、請求項 1 において、ろう付け後のフィン材において、S i の固溶部分の S i 濃度が、フィン材表面で 0.8 % 以上、フィン材の厚さの中央部で 0.7 % 以下であることを特徴とする。

【0010】

請求項 3 による熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材は、請求項 1 または 2 において、前記芯材は、M n : $0.8\sim 2.0\%$ 、F e : $0.05\sim 0.8\%$ 、S i : 1.5% 以下 (0% を含まず、以下同じ)、C u : 0.2% 以下、Z n : $0.5\sim 4\%$ を含有し、残部 A l および不純物からなるアルミニウム合金で構成され、前記ろう材は、S i : $6\sim 13\%$ を含有し、残部 A l および不純物からなるアルミニウム合金で構成され、ろう材が芯材の両面に、それぞれ全体厚さの $3\sim 20\%$ の厚さでクラッドされていることを特徴とする。

【0011】

請求項 4 による熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材は、請求項 3 において、前記ろう材中の C u が 0.1% 以下、芯材中の C u が 0.03% 以下であることを特徴とする。

【0012】

請求項 5 による熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材は、請求項 3 または 4 において、前記芯材が、さらに、Z r : $0.05\sim 0.3\%$ 、C r : $0.05\sim 0.3\%$ の 1 種または 2 種を含有することを特徴とする。

【0013】

請求項 6 による熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材は、請求項 3～5 のいずれかにおいて、前記ろう材が、さらに、Zn:0.5～6 % を含有することを特徴とする。

【0014】

また、本発明による熱交換器は、請求項 1～6 のいずれかに記載のアルミニウム合金ブレージングフィン材をろう付けにより組付けてなることを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材における (1) 内部組織、(2) 結晶粒径、(3) Si 濃度、(4) 合金成分について説明する。

(1) 内部組織

厚さが $80\mu\text{m}$ (0.08mm) 以下のフィン材においては、芯材の組織が再結晶組織の場合には、空孔が多い粒界と粒内との間に強度のばらつきが生じ、これに起因してフィン材のコルゲート成形時に R 部の形状がばらつき、その結果、フィン山高さのばらつきが大きくなって、コアを組付けた時のフィンと冷媒流路用チューブとのクリアランスが大きくなるため、ろう付け接合率が低下するという難点があるが、芯材の内部組織を繊維組織とし、前記強度のばらつきの分布を低減することによって、コルゲート成形時の形状のばらつき、フィン山高さのばらつきが少なくなり、接合率が向上する。

【0016】

(2) 結晶粒径

従来、ろう付け加熱後のフィン材の再結晶粒径は、その特性を向上のために、ろうの溶融温度まで再結晶が完了せずに亜結晶粒界に著しいエロージョンが生じることがない限り、大きいほうが良いとされていたが、本発明においては、前記のように、芯材の内部組織を繊維組織とするとともに、ろう付け後の芯材の組織の結晶粒径を $50\sim 250\mu\text{m}$ の範囲に制御することが重要であり、この構成により、ろう付け後のフィンの接合率が著しく向上する。ろう付け後の芯材の組織の結晶粒径が $50\mu\text{m}$ 未満では、粒界に浸透する溶融ろうの量が多くなりフィンに座屈が生じ、 $250\mu\text{m}$ を越えると、ろう付け前の加工歪が回復された状態が

高温まで継続し、その間にフィンの変形量が大きくなって、フィン高さが低下し、フィンと冷媒流路用チューブとの接合率が低下する。ろう付け後の芯材の組織の結晶粒径のさらに好ましい範囲は100～200 μ mである。

【0017】

(3) Si 濃度

ろう付け後のフィン材の表面およびフィン材厚さ中央部のSiの固溶部分におけるSi濃度を本発明の範囲に規定することにより、ろう付け後の熱交換器コアの耐粒界腐食性が著しく向上する。すなわち、芯材と芯材にクラッドされたろう材から構成されるフィン材においては、ろう付け加熱中に、ろう材中のSiは芯材の結晶粒界に沿って芯材内に拡散して行くが、フィン材の厚さが0.08mm以下と薄くなると、とくに、ろう付け加熱サイクルが遅い場合には、ろう材から芯材へ拡散したSiは、ろう付け加熱温度での固溶限まで濃度が上昇し易く、このため、芯材の粒界Si濃度は高くなり、その近傍にSi濃度の低い領域が形成され、当該領域は電位的に卑であるため、フィン材に粒界腐食が生じ易くなる。

【0018】

ろう付け後のフィン材表面におけるSiの固溶部分のSi濃度を0.8%以上、フィン材厚さ中央部におけるSiの固溶部分のSi濃度を0.7%以下に規制することにより、フィン材厚さ中央部のSiは殆ど粒界に析出しないため、フィン材表面の粒界が優先的に腐食し、その後の内部への腐食の進行は全面腐食として進行するので、フィン材の粒界腐食の発生が抑制される。なお、フィン材の厚さが0.08mmを越える場合は、ろう材のSiが内部まで拡散しないので、粒界腐食のおそれはない。

【0019】

(4) 合金成分

以下、本発明における合金成分の意義およびその限定理由について説明する。

(芯材)

芯材中のMnは、芯材の強度を向上させ、耐高温座屈性を改善するよう機能する。Mnの好ましい含有範囲は、0.8%～2.0%であり、0.8%未満ではその効果が小さく、2.0%を越えて含有すると、鑄造時に粗大な晶出物が生成して圧延

加工性が害され、板材の製造が困難となる。Mnのさらに好ましい含有量は1.0～1.7 %の範囲である。

【0020】

芯材中のFeは、Mnと共存して、ろう付け前及びろう付け後のフィン材の強度を向上させる。Feの好ましい含有量は0.05～0.8 %の範囲であり、0.05%未満ではその効果が十分でなく、0.8 %を越えると、結晶粒が細かくなって、溶融ろうが芯材中に浸食し易くなり、耐高温座屈性が低下し、自己腐食性が増大する。Feのさらに好ましい含有量は0.05～0.3 %の範囲である。

【0021】

芯材中のSiは、Mnと結合して微細なAl-Mn-Si系化合物を生成し、フィン材の強度を向上させるとともに、Mnの固溶量を減少させて熱伝導度（電気伝導度）を向上させる。Siの好ましい含有範囲は0.01%～1.6 %であり、0.01%未満ではその効果が十分でなく、1.6 %を越えると、粒界に多く存在して、粒界近傍にSi濃度の低い領域を形成させるため粒界腐食が生じ易くなる。Siのさらに好ましい含有量は0.1～0.9 %の範囲である。

【0022】

芯材中のCuは、ろう付け前及びろう付け後のフィン材の強度を向上させるが、耐粒界腐食性を低下させる。Cuの好ましい含有量は0.2 %以下の範囲であり、0.2 %を越えると、フィン材の電位が貴となってフィンの犠牲陽極効果が低下するとともに、耐粒界腐食性も低下する。Cuのより好ましい含有範囲は0.03%以下、さらに好ましい含有範囲は0.01%以下の範囲である。

【0023】

芯材中のZnは、芯材の電位を卑にして犠牲陽極効果を高める。Znの好ましい含有範囲は0.5 %～4.0 %であり、0.5 %未満ではその効果が小さく、4.0 %を越えて含有すると、芯材自体の自己耐食性が悪くなり、粒界腐食感受性も増加する。Znのさらに好ましい含有範囲は1.0～3.0 %の範囲である。

【0024】

芯材中のZr及びCrは、ろう付け前及びろう付け後のフィン材の強度を向上させるとともに、高温座屈性を改良する。Zr及びCrの好ましい含有範囲は、

共に0.05 %～0.3 %であり、0.05%未満ではその効果が小さく、0.3 %を越えて含有すると、鑄造時に粗大な晶出物が生成して圧延加工性を害し、板材の製造が困難となる。

【0025】

芯材中には、それぞれ0.3 %以下のI n、S n、G aが添加されてもよく、これらの元素はいずれもフィン材の熱伝導度をほとんど低下させることなく電位を卑にし、犠牲陽極効果を与える。また、0.1 %以下のP b、L i、S r、C a、N aが含有されていても本発明の効果が害されることはない。強度向上のために、それぞれ0.3 %以下のV、M o、N i、鑄造組織の微細化のために、0.3 %以下のT i、0.01%以下の、酸化防止のために、0.1 %以下のBを添加することもできる。ろう付け法として真空ろう付けを適用する場合には、芯材の強度向上のために、0.5 %以下のM gを含有させることもできる。

【0026】

(ろう材)

ろう材中のS iは、ろう材の融点を下げ、溶融ろうの流動性を高めるよう機能する。S iの好ましい含有範囲は6 ～13%であり、6 %未満ではその効果が小さく、13%を越えると融点が急激に高くなり、製造時の加工性も低下する。S iのさらに好ましい含有量は7 ～11%の範囲である。

【0027】

ろう材中のZ nは、犠牲陽極効果を高めるよう機能する。Z nの好ましい含有範囲は0.5 ～6 %であり、0.5 %未満ではその効果が小さく、6 %を越えると、製造時の加工性が低下するとともに、自然電位が卑となり自己腐食性が増大する。

【0028】

ろう材中には、それぞれ0.3 %以下のC r、C u、M n、それぞれ0.1 %以下のP b、L i、C aが含まれていても、本発明の効果が損なわれることはない。鑄造組織の微細化のために、0.3 %以下のT i、0.01%以下のB、ろう材中のS i粒子の微細化のために、それぞれ0.1 %以下のS r、N a、電位を低くして犠牲陽極効果を与えるために、それぞれ0.1 %以下のI n、S n、G a、表面酸化

皮膜の成長を抑制するために、0.1 %以下のBe、ろう材の流動性を向上させるために、0.4 %以下のBiを添加することもできる。

【0029】

ろう材中のFeは、多量に含まれると自己腐食が生じ易くなるため、0.8 %以下に制限することが望ましい。また、ろう材中のMgは、真真空ろう付けを適用する場合には2.0 %以下の範囲で含有させるが、フッ化物系のフラックスを使用する不活性雰囲気ろう付けを適用する場合には、ろう付け性を阻害するため、0.5 %以下に制限するのが好ましい。

【0030】

フィン材におけるろう材のクラッド率は、厚さ80 μ m (0.08 mm) 以下のフィン材においては、片面で平均3 ~ 20 %とするのが好ましい。片面の平均クラッド率が3 %未満では、芯材にクラッドされるろう材の厚さが小さ過ぎて均一なクラッド率が得難く、ろう材をクラッドされたフィン材の製造が困難となる。20 %を越えると、ろうの溶融量が多くなり過ぎ、芯材が溶解、浸食され易くなる。さらに好ましいクラッド率は5 ~ 15 %である。

【0031】

本発明の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材は、このアルミニウム合金フィン材を構成するための所定の組成を有する芯材用アルミニウム合金およびろう材用アルミニウム合金を、例えば、半連続鑄造により造塊し、常法に従って均質化処理を行った後、ろう材については、さらに熱間圧延を行い、均質化処理後の芯材と熱間圧延後のろう材をクラッドして、熱間圧延、焼鈍、冷間圧延、あるいは熱間圧延後冷間圧延して、焼鈍、仕上げ冷間圧延をを経て製造され、厚さ0.08 mm (80 μ m) 以下の板材とする。この板材を所定幅にスリッティングした後、コルゲート加工して、作動流体通路材（チューブ材）、例えば、JIS 3003合金などのAl-Mn系合金で構成した偏平管偏平管と交互に積層し、ろう付け接合することにより、熱交換器コアとする。

【0032】

本発明のアルミニウム合金フィン材においては、ろう付け前の芯材の組織を繊維組織とし、ろう付け後における芯材の組織の結晶粒径を50 ~ 250 μ m、好

ましくは100～200 μ mに規定することを特徴とするが、これらの組織性状は、前記フィン材の製造工程における製造条件を調整することにより得ることができる。例えば、芯材の組織を繊維組織にするには、フィン材製造時の焼鈍処理温度を、芯材用アルミニウム合金の再結晶温度より低い温度に調整するとともに冷間圧延の加工度を調整するなどの手法が用いられ、ろう付け後における芯材の組織の結晶粒径を50～250 μ mの範囲とするためには、中間焼鈍条件と冷間仕上げ圧延の条件を調整するなどの手法が用いられる。例えば、鑄塊を450～600℃の温度で3h以上均質化处理し、300～500℃の温度で熱間圧延を行い、その後、90%以上の冷間圧延を行い、280℃以下の温度で焼鈍処理を行ったのち、5～25%の冷間圧延を行う手法が用いられる。また、ろう付け後のフィン材の表面およびフィン材厚さ中央部のSiの固溶部分におけるSi濃度の制御は、ろう付け加熱サイクルを調整するなどの手法が用いられる。例えば、450℃以上からろう付け温度（約600℃）まで昇温し、ろうの凝固温度域まで冷却する一連のろう付け処理時間を15分以内、好ましくは10分以内にする手法がある。

【0033】

【実施例】

以下、本発明の実施例を比較例と対比して説明する。これらの実施例は本発明の一実施態様を示すものであり、本発明はこれに限定されるものではない。

実施例1

連続鑄造により、表1に示す組成を有する芯材用アルミニウム合金およびろう材用アルミニウム合金（組合せNo. A～Q）を造塊して、常法に従って均質化处理し、ろう材用アルミニウム合金鑄塊についてはさらに熱間圧延して、芯材用アルミニウム合金鑄塊の両面にクラッドした後、熱間圧延、ついで冷間圧延を行い、中間焼鈍を施した後、最終冷間圧延を経て、最終的に、表1に示すろう材クラッド率を有する厚さ0.07mmのクラッドフィン材（H14調質材）を製造した。なお、中間焼鈍および冷間仕上げ圧延の条件を調整することにより、芯材の組織およびろう付け加熱後の芯材の再結晶組織の結晶粒径を変化させた。

【0034】

得られたフィン材について、コルゲート成形加工を行い、表面にZn処理を施した純アルミニウム系の多孔偏平管（50段）からなるチューブ材に組付けて、予め嵌合部を設けたヘッドタンクおよびサイドプレートと組合わせ、フッ化物系のフラックスを吹き付けた後、600℃（到達温度）に加熱して不活性雰囲気ろう付けを行った。なお、ろう付け時の加熱サイクルを調整して、ろう付け後のフィン材の表面およびフィン材厚さ中央部のSiの固溶部分におけるSi濃度を変化させた。

【0035】

【表1】

| 組 | 芯材 | | | | | | ろう材 | クラッド率 | |
|---|----------|------|------|------|-----|--------|----------|--------|----|
| 合 | | | | | | | | (片面) | |
| せ | 組成(wt %) | | | | | | 組成(wt %) | | |
| | Mn | Fe | Si | Cu | Zn | その他 | Si | その他 | % |
| A | 0.8 | 0.2 | 0.5 | 0.00 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| B | 1.0 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| C | 1.6 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | Cr0.05 | 7.5 | | 10 |
| D | 2.0 | 0.2 | 0.5 | 0.03 | 2.5 | | 7.5 | Zn0.5 | 10 |
| E | 1.2 | 0.06 | 0.5 | 0.14 | 2.5 | Cr0.3 | 7.5 | Zn6.0 | 10 |
| F | 1.2 | 0.3 | 0.5 | 0.12 | 2.5 | Zr0.05 | 7.5 | | 10 |
| G | 1.2 | 0.8 | 0.5 | 0.10 | 2.5 | Zr0.3 | 7.5 | | 10 |
| H | 1.2 | 0.2 | 0.05 | 0.12 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| I | 1.2 | 0.2 | 0.9 | 0.03 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| J | 1.2 | 0.2 | 1.5 | 0.02 | 2.5 | | 6.0 | | 10 |
| K | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.20 | 2.5 | | 13.0 | | 10 |
| L | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.03 | 2.5 | | 7.5 | Cu0.1 | 10 |
| M | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | | 7.5 | Cu0.04 | 3 |
| N | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.00 | 0.5 | | 7.5 | | 5 |
| O | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.00 | 4.0 | | 7.5 | | 15 |
| P | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 1.0 | | 7.5 | | 20 |
| Q | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |

【0036】

芯材とろう材の組合せNo. A～Qの試験材について、ろう付け接合前の芯材

の組織、ろう付け接合後の芯材の組織の結晶粒径、ろう付け後のフィン材表面およびフィン材の厚さ中央部におけるSiの固溶部分のSi濃度、ろう付け接合率、接合部の溶融座屈の有無、耐粒界腐食性、フィン材と接合されたチューブ材の耐孔食性を、以下の方法により評価した。評価結果を表2に示す。

【0037】

ろう付け加熱前の芯材組織：フィン材の芯材部の表面偏光ミクロ写真から再結晶しているか否かを判断する。

ろう付け接合後の芯材組織の結晶粒径：上記表面偏光ミクロ写真を撮影し、その写真内の結晶粒数を数えて円相当径に換算した値を用いる。

ろう付け後のフィン材表面およびフィン材の厚さ中央部におけるSiの固溶部分のSi濃度：EPMAにて、析出物が存在しない部位を選定し、ビーム径1 μ mでSi濃度を測定して5点の平均値を求める。

【0038】

ろう付け接合率：ろう付け加熱後のコルゲートフィンに治具を押し当ててフィンを破断し（接合されていない部分は除去し）、チューブ表面とフィン接合部跡を観察して、全コルゲート数に対して接合していないフィン山の数一数え接合率（ $\left[\left(\text{未接合フィン山} / \text{全コルゲート数} \right) \right] \times 100 (\%)$ ）を求める。

接合部の溶融座屈の有無：接合部の代表部分を採取して、樹脂に埋め込み、接合部が溶融座屈しているか否かを観察する。

【0039】

耐粒界腐食性：フィンとチューブを接合してなるコアについて、SWAAT腐食試験（ASTM G85-85）を4週間行った後、フィンの上下のチューブをつかんで引張試験を行って破断強度を測定し、その平均強度をフィン材の耐粒界腐食性判断の指標とする。

チューブ材の耐孔食性：上記の腐食試験でチューブに生じた最大孔食深さを測定して評価する。

【 0 0 4 0 】

【表 2】

| 試 | 組 | 芯 材 | | S i 濃 度 | | | 接合率 | 溶融 | 耐粒界 | チュー |
|----|---|-----|---------|---------|-----|------|-----|-----|------|-----|
| 験 | 合 | | | | | | | 座屈 | 腐食性 | ブの耐 |
| 材 | せ | ろう付 | ろう付 | 厚さ中 | 表 面 | | | | | 孔食性 |
| | | け前組 | け後結 | 央部 | | | | | | |
| | | 織 | 晶粒径 | | | | | | | |
| | | | μm | % | % | % | | MPa | mm | |
| 1 | A | 織 維 | 150 | 0.6 | 0.9 | 99.8 | 無し | 51 | 0.06 | |
| 2 | B | 織 維 | 150 | 0.4 | 1.0 | 99.7 | 無し | 52 | 0.05 | |
| 3 | C | 織 維 | 50 | 0.5 | 0.8 | 98.2 | 無し | 55 | 0.07 | |
| 4 | D | 織 維 | 100 | 0.6 | 0.8 | 99.5 | 無し | 54 | 0.08 | |
| 5 | E | 織 維 | 100 | 0.7 | 0.9 | 98.9 | 無し | 41 | 0.04 | |
| 6 | F | 織 維 | 150 | 0.6 | 1.0 | 99.0 | 無し | 44 | 0.09 | |
| 7 | G | 織 維 | 200 | 0.6 | 0.9 | 99.1 | 無し | 46 | 0.04 | |
| 8 | H | 織 維 | 150 | 0.4 | 0.9 | 98.5 | 無し | 40 | 0.06 | |
| 9 | I | 織 維 | 150 | 0.6 | 0.8 | 99.6 | 無し | 48 | 0.04 | |
| 10 | J | 織 維 | 150 | 0.7 | 0.9 | 99.2 | 無し | 50 | 0.06 | |
| 11 | K | 織 維 | 150 | 0.6 | 0.8 | 99.1 | 無し | 40 | 0.09 | |
| 12 | L | 織 維 | 250 | 0.5 | 0.8 | 99.9 | 無し | 51 | 0.08 | |
| 13 | M | 織 維 | 150 | 0.5 | 0.8 | 99.7 | 無し | 52 | 0.08 | |
| 14 | N | 織 維 | 150 | 0.6 | 1.0 | 99.4 | 無し | 50 | 0.08 | |
| 15 | O | 織 維 | 150 | 0.6 | 0.8 | 99.4 | 無し | 48 | 0.07 | |
| 16 | P | 織 維 | 150 | 0.7 | 0.9 | 99.6 | 無し | 53 | 0.06 | |
| 17 | Q | 織 維 | 100 | 0.6 | 0.9 | 99.9 | 無し | 55 | 0.04 | |

【 0 0 4 1 】

表2にみられるように、本発明に従う試験材No. 1～17はいずれも、フィンの接合率が98%以上の優れたろう付け接合性を示し、フィン接合部での座屈を生じることがなく、腐食試験後のフィンの平均引張強度も50MPa以上で、チューブの最大孔食深さは0.1mm未満の優れた耐孔食性を示した。

【0042】

比較例1

連続鋳造により、表3に示す組成を有する芯材用アルミニウム合金およびろう材用アルミニウム合金（組合せNo. a～o）を造塊して、常法に従って均質化処理し、ろう材用アルミニウム合金鋳塊についてはさらに熱間圧延して、芯材用アルミニウム合金鋳塊の両面にクラッドした後、熱間圧延、ついで冷間圧延を行い、中間焼鈍を施した後、最終冷間圧延を経て、最終的に、表3に示すろう材クラッド率を有する厚さ0.07mmのクラッドフィン材（H14調質材）を製造した。なお、中間焼鈍および冷間仕上げ圧延の条件を調整することにより、芯材の組織およびろう付け加熱後の芯材の再結晶組織の結晶粒径を変化させた。

【0043】

得られたフィン材について、実施例と同様に、コルゲート成形加工を行い、表面にZn処理を施した純アルミニウム系の多孔偏平管（50段）からなるチューブ材に組付けて、予め嵌合部を設けたヘッダタンクおよびサイドプレートと組合わせ、フッ化物系のフラックスを吹き付けた後、600℃（到達温度）に加熱して不活性雰囲気ろう付けを行った。なお、ろう付け時の加熱サイクルを調整して、ろう付け後のフィン材の表面およびフィン材厚さ中央部のSiの固溶部分におけるSi濃度を変化させた。

【0044】

【表3】

| 組 | 芯材 | | | | | | ろう材 | クラッド率 | |
|---|----------|-----|-----|------|-----|--------|----------|-------|----|
| 合 | | | | | | | | (片面) | |
| せ | 組成(wt %) | | | | | | 組成(wt %) | | |
| | Mn | Fe | Si | Cu | Zn | その他 | Si | その他 | % |
| a | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | | 7.5 | Zn7.0 | 10 |
| b | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.10 | 2.5 | Cr0.03 | 7.5 | | 2 |
| c | 2.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| d | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.00 | 2.5 | Cr0.4 | 7.5 | | 10 |
| e | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.14 | 2.5 | Zr0.03 | 7.5 | | 10 |
| f | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | Zr0.4 | 7.5 | | 10 |
| g | 1.2 | 0.2 | 1.7 | 0.00 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| h | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.30 | 2.5 | | 7.5 | | 25 |
| i | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.12 | 2.5 | | 5.0 | | 10 |
| j | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.12 | 0.3 | | 14.0 | Cu0.2 | 10 |
| k | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 5.0 | | 7.5 | | 10 |
| l | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| m | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| n | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.12 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |
| o | 1.2 | 0.2 | 0.5 | 0.01 | 2.5 | | 7.5 | | 10 |

【0045】

芯材とろう材の組合せNo. a～oの試験材について、ろう付け接合前の芯材の組織、ろう付け接合後の芯材の組織の結晶粒径、ろう付け後のフィン材表面およびフィン材の厚さ中央部におけるSiの固溶部分のSi濃度、ろう付け接合率

、接合部の溶融座屈の有無、耐粒界腐食性、フィン材と接合されたチューブ材の耐孔食性を、実施例 1 と同じ方法により評価した。評価結果を表 4 に示す。

【 0 0 4 6 】

【表 4】

| 試 験 材 | 組 合 せ | 芯 材 | ろ う 付 | ろ う 付 | S i 濃 度 | 接 合 率 | 溶 融 座 屈 | 耐 粒 界 腐 食 性 | チューブの耐孔食性 |
|-------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------------|-----------|
| | | け 前 組 | け 後 結 | 央 部 | 厚 さ 中 | 表 面 | | | |
| | | 織 | 晶 粒 径 | | | | | | |
| | | | μm | % | % | % | | MPa | mm |
| 18 | a | 織 維 | 100 | 0.8 | 0.9 | 97.1 | 無し | 22 | 0.05 |
| 19 | b | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 20 | c | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 21 | d | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 22 | e | 織 維 | 30 | 0.6 | 0.9 | 99.2 | 有り | 44 | 0.09 |
| 23 | f | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 24 | g | 織 維 | 150 | 0.7 | 1.0 | 99.8 | 有り | 24 | 0.08 |
| 25 | h | 織 維 | 100 | 0.6 | 1.0 | 99.2 | 無し | 9 | 0.09 |
| 26 | i | 織 維 | 150 | 0.6 | 1.0 | 68.9 | 無し | -- | -- |
| 27 | j | 織 維 | 100 | 0.5 | 1.0 | 99.5 | 無し | 28 | 0.21 |
| 28 | k | 織 維 | 300 | 0.6 | 0.9 | 93.4 | 無し | 34 | 0.09 |
| 29 | l | 再結晶 | 100 | 0.7 | 0.8 | 94.8 | 無し | 50 | 0.07 |
| 30 | m | 織 維 | 100 | 1.0 | 0.7 | 99.7 | 無し | 14 | 0.06 |
| 31 | n | 織 維 | 150 | 0.9 | 0.7 | 98.1 | 無し | 21 | 0.04 |
| 32 | o | 織 維 | 150 | 1.0 | 0.9 | 99.0 | 無し | 16 | 0.08 |

【 0 0 4 7 】

表4に示すように、試験材No. 18は、ろう付け後のフィン材厚さ中央部のSi濃度が高いため、粒界腐食が進行しフィンの引張強度が低くなっている。試験材No. 19は、ろう材のクラッド率が低いため、圧延されたフィン材の表面がひび割れし、クラッドフィン材の製造ができなかった。試験材No. 20および21は、それぞれ芯材のMn量、Cr量は多いため、鑄造時に粗大な化合物が生じて圧延加工性が害され、健全なフィン材の製造ができなかった。

【0048】

試験材No. 22は、芯材のFe量が多いため、ろう付け後の芯材の結晶粒径が小さくなり、芯材の結晶粒界に溶融ろうが浸透してフィンに座屈が生じた。試験材No. 23は、芯材のZr量が多いため、鑄造時に粗大な化合物が生成して圧延加工性が害され、健全なフィン材が製造できなかった。試験材No. 24は、芯材のSi量が多いため、ろう付け接合部に局部溶融による座屈が生じた。また、過剰に溶融したSiが芯材の結晶粒界で凝固したため、腐食試験後の引張強度が劣っている。

【0049】

試験材No. 25は、ろう材のクラッド率が高いため、ろうの溶融量が多く芯材が浸食された結果、接合部で座屈が生じた。また芯材のCu量が高いため、粒界腐食が生じ易くなり、フィンの引張強度が著しく劣った。試験材No. 26は、ろう材のSi量が低いため、流動するろうの量が不十分となり接合率が劣っており、腐食試験ができなかった。試験材No. 27は、ろう材のSi量が多いため、圧延加工で材料の切断が生じた。また、芯材のZn量が少ないため、犠牲陽極効果が十分でなく、チューブ材に深い孔食が生じた。

【0050】

試験材No. 28は、ろう付け後の芯材の結晶粒径が大きいため、コルゲート加工の歪が回復されている状態が高温まで継続してフィンの変形量が大きくなった結果、ろう付け接合性が劣る。また、芯材のZn量が多いため、粒界腐食が生じ易く、腐食試験後のフィンの引張強度が低下している。試験材No. 29は、ろう付け前の芯材の組織が再結晶組織のため、コルゲート成形時のフィンの山高さのばらつきが大きくなり、ろう付け接合率が低い。

【0051】

試験材No. 30および31は、ろう付け後のフィン材の表面および厚さ中央部でのSi固溶部分のSi濃度が適切でないため、腐食試験後のフィンの引張強度が劣る。また、試験材No. 32は、ろう付け後のフィン材の厚さ中央部でのSi固溶部分のSi濃度が高いため、腐食試験後のフィンの引張強度が劣る。

【0052】

【発明の効果】

本発明によれば、チューブ材への接合性および耐粒界腐食性に優れた、厚さが $80\mu\text{m}$ (0.08mm) 以下の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材が提供される。当該熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材によれば、フィン材の薄肉化が可能となり、熱交換器の軽量化、長寿命化が達成される。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 チューブ材への接合性および耐粒界腐食性に優れた、厚さが $80\ \mu\text{m}$ (0.08 mm) 以下の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングフィン材を提供する。

【解決手段】 芯材の両面に Al-Si 系合金のろう材をクラッドしてなり、ろう付けにより製造されるアルミニウム合金製熱交換器に組付けられる厚さが $80\ \mu\text{m}$ 以下のアルミニウム合金ブレージングフィン材であって、ろう付け前の芯材の組織が繊維組織であり、ろう付け後の芯材の組織の結晶粒径が $50\sim250\ \mu\text{m}$ であることを特徴とする。ろう付け後のフィン材において、 Si の固溶部分の Si 濃度が、フィン材表面で 0.8% 以上、フィン材の厚さの中央部で 0.7% 以下であることが望ましい。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日

[変更理由] 名称変更

住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

氏 名 株式会社デンソー

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002277]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区新橋5丁目11番3号

氏 名 住友軽金属工業株式会社